

Japanese Kokai Patent Application No. Sho 63[1988]-282263

2

Code: 598-71062  
Ref: 3600.2390-P1  
2390/MD/L/B/MBE

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. SHO 63[1988]-282263

Int. Cl. <sup>4</sup> :	C 23 C 14/36 H 01 L 21/31
Sequence Nos. for Office Use:	8520-4K 6708-5F
Application No.:	Sho 62[1987]-116603
Application Date:	May 13, 1987
Publication Date:	November 18, 1988
No. of Inventions:	1 (Total of 3 pages)
Examination Request:	Not requested

MAGNETRON SPUTTERING APPARATUS

Inventor:	Yoshihiro Tabuchi Fuji Electric Co., Ltd. 1-1 Tanabekanda, Kawasaki-ku, Kawasaki-ku, Kanagawa-ken
Applicant:	Fuji Electric Co., Ltd. 1-1 Tanabekanda, Kawasaki-ku, Kawasaki-ku, Kanagawa-ken
Agent:	Iwao Yamaguchi, patent attorney

[There are no amendments to this patent.]

### Claim

A magnetron sputtering apparatus characterized by the fact that it is equipped with a target on the anode side of a cathode arranged opposite the anode in a vacuum vessel and a ring-shaped magnet on the side of the cathode opposite the target; that one pole of said magnet is positioned on the back face of the target at the midpoint between the center and the outer periphery; that the other pole enclosing said pole is extended at least up to the back face of the center of the target; and that the magnet can be rotated around the central axial line of the target.

### Detailed explanation of the invention

#### Industrial application field

The present invention pertains to a magnetron sputtering apparatus that generates a high-density plasma by an electric field and a magnetic field orthogonal to the electric field and obtains a high deposition rate by striking a target.

#### Prior art

In a conventional magnetron apparatus, as shown in Figure 2, a cathode 3 connected to a direct-current power supply 2 and a grounded anode 4 are arranged in a vacuum vessel 1 so that they face each other. A target 5 made of a material to be deposited is placed on the cathode 3, and a film-formation substrate 6 is inserted in the anode 4. The vacuum vessel 1 of the apparatus is evacuated from an exhaust port 7, and Ar gas is introduced from a gas introduction port 8. Furthermore, a discharge is caused by applying a voltage between these two electrodes 3 and 4. Electrons ionized by the discharge are trapped by the magnetic field emitted from the target and returning to the target, so that a high-density plasma is generated.  $\text{Ar}^+$  [ions] 9 collide with the target 5, and particles stuck out of the target are deposited on the substrate 6.

#### Problem to be solved by the invention

In order to form the magnetic field being discharged from the target and introduced into the target, a magnet arranged on the back face of the cathode is used. In the magnet, since one pole is positioned at the center and the other pole has a circular ring shape enclosing said pole, the plasma is generated in the ring-shaped area between two poles. Therefore, as shown in Figure 3, since the erosion area 51 of the target 5 has a ring shape and the central part remains, the utilization efficiency of the target is held at about 30-50%, and frequent maintenance due to the exchange of targets lowers the operability of the sputtering apparatus. Also, since the erosion area of the target 5 opposite to the substrate 6 is limited to certain areas, the contact of the particles dispersed from the target perpendicularly to the substrate is decreased. Along with the miniaturization of recent semiconductor elements, as the aspect ratio  $T_1/T_2$  of the contact hole 42

formed in an insulating film 41 on the semiconductor substrate shown in Figure 4 is 1 or more, the angle of incidence  $\theta$  at the perpendicular line 44 to the substrate surface of an incidence direction 43 of the sputtering particles is preferably 0 for coating the bottom of the contact hole 42.

The purpose of the present invention is to solve the above-mentioned problems and to provide a magnetron sputtering apparatus that raises the utilization efficiency of a target by enlarging the erosion area of the sputtering target, prevents the decrease of the utilization efficiency due to the target exchange, and can improve the coating performance of the bottom of a contact hole part in an element with a high aspect ratio.

#### Means to solve the problem

In order to achieve the above purposes, the present invention provides a magnetron sputtering apparatus characterized by the fact that it is equipped with a target on the anode side of a cathode arranged opposite the anode in a vacuum vessel and a ring-shaped magnet on the side of the cathode opposite the target; that one pole of said magnet is positioned on the back face of the target at the midpoint between the center and the periphery; that the other pole enclosing said pole is extended at least up to the back face of the center of the target; and that the magnet can be rotated around the central axial line of the target.

#### Function

The ring-shaped magnet rotates around the central axial line of the target on the other side of the cathode from the target, so that the line of magnetic force being discharged from the target and introduced into the target by the magnet covers the entire area up to the back side of the outer end of the magnet around the center of the target. Thereby, the target surface of the range is sputtered. Therefore, the utilization rate of the target is raised.

#### Application example

Figure 1 is a perspective plan view showing a magnet installed on the back face of a cathode observed from a target side in an application example of the present invention and shows contours of a target 5 and a cathode 3 with the same size. The magnet 10 has a ring shape. A N pole 11 is installed at the center, and a S pole 12 is installed at the outer periphery so that it is protruded toward the target perpendicularly to the cathode surface. With the magnet, lines of magnetic force are radially generated in the area 13 shown by slant dash lines on the surface of a target 5. Electrons are trapped in the area of the target surface, and the target is sputtered. Therefore, in case the magnet 10 is rotated as shown by an arrow [sic] 14 around a central axis 50 of the target 5, the sputtering is carried out on almost the entire surface including the center of

the target, and as shown in Figure 5, an erosion area 51 is generated. The utilization rate of the target 5 was raised to about 70%. Using the magnetron sputtering apparatus, when Al 43 was deposited on a control hole 42 with an aspect ratio of 1.2 of a depth  $T_1 = 1.2 \mu\text{m}$  and a width  $T_2 = 1.0 \mu\text{m}$  of an insulating film 41 shown in Figure 6, the film thickness  $d_1$  was  $0.5 \mu\text{m}$  on the upper surface of the insulating film, and the film thickness  $d_2$  of the bottom of the contact hole was  $0.4 \mu\text{m}$ . The film thickness ratio was 0.8. Also, the film thickness  $d_3$  of the side surface was  $0.15 \mu\text{m}$ . 30% coverage was obtained.

#### Effect of the invention

According to the present invention, without fixing the ring-shaped magnet installed on the back face of the target of the magnetron sputtering apparatus, the pole of the center is moved on the back face of the middle between the center of the target and the outer peripheral part so that it rotates around the central axis of the target, so that the area of the line of magnetic force is generated on the entire surface in a wide range around the target center on the back face of the target. Thus, the utilization efficiency of the target is raised, so that the decrease of the operability of the sputtering apparatus due to the target exchange is prevented. At the same time, the [number of] particles dispersed from the target and contacting the film-formation substrate perpendicularly is increased, so that the coating performance of the bottom of a contact hole with a high aspect ratio can also be improved.

#### Brief description of the figures

Figure 1 is a plan view showing the magnet part in an application example of the present invention. Figure 2 is a cross section showing a magnetron sputtering apparatus. Figure 3 is a cross section showing a target used in a conventional apparatus. Figure 4 is a cross section showing a contact hole part. Figure 5 is a cross section showing a target used in the apparatus of an application example of the present invention. Figure 6 is a cross section showing a contact hole part in which an Al film is formed using the apparatus of an application example of the present invention.

- 1 Vacuum vessel
- 3 Cathode
- 4 Anode
- 5 Target
- 6 Film-formation substrate
- 10 Magnet
- 11 N pole
- 12 S pole

*claim 7*



Key: 1 Vacuum vessel  
4 Anode  
6 Film-formation substrate

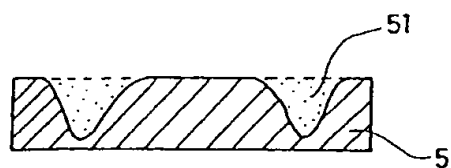


Figure 3

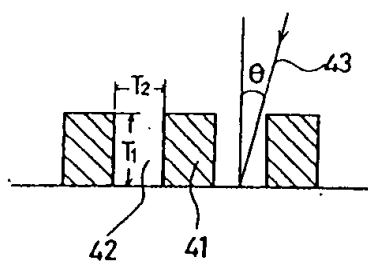


Figure 4

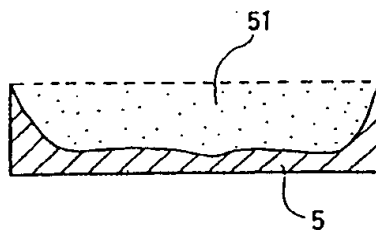


Figure 5

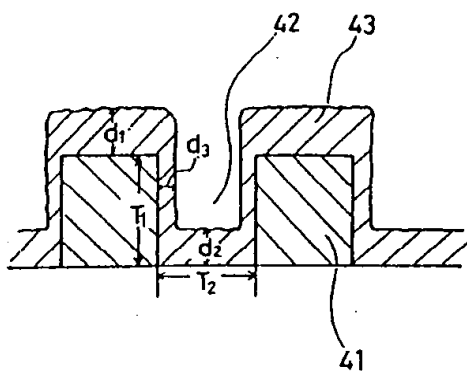
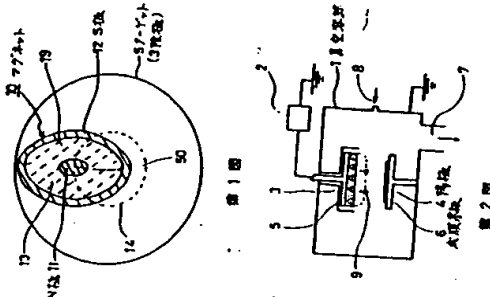


Figure 6



② AL

<p>89-003976/01 M13 U11 FJIE 13.05.87 FUJI ELECTRIC MFG KK *J6 3282-263-A 13.05.87-JP-116603 (18.11.88) C23c-14/36 H011-21/31 Magnetron sputtering appts. - has cathode with target attached to side and ring shaped magnet attached to other C89-002022</p>	<p>M(13-G2)</p>
<p>The anode-facing side of the cathode (3) is attached to target (5), and the other side is attached to ring-shaped magnet (10). One pole of the magnet (10) is positioned between the centre and the outer circumference of the target (5), and the other pole extends to the centre of the target (5). The magnet (10) revolves on the centre axis of the target (5). ADVANTAGE - Magnetic force line zone is generated in a larger area on the target, and the target is used effectively. (3pp Dwg.No.1,2/6)</p>	

© 1989 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 303, McLean, VA22101, USA  
Unauthorised copying of this abstract not permitted.

204/298.2

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月18日

C 23 C 14/36  
H 01 L 21/318520-4K  
6708-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 マグネトロンスパッタリング装置

⑮ 特 願 昭62-116603

⑯ 出 願 昭62(1987)5月13日

⑰ 発 明 者 田 渕 良 弘 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑱ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 山口 巖

## 明 細 書

1. 発明の名称 マグネトロンスパッタリング装置

2. 特許請求の範囲

1) 真空容器内に陽極に対向して配置された陰極の陽極側にターゲットが取り付けられ、陰極の反対側に環状のマグネットを備え、該マグネットの一方の極がターゲットの中心と外周の中間の背面に位置し、該極を取囲む他方の極が少なくともターゲットの中心の背面まで延びており、かつマグネットがターゲットの中心軸線の周りに回転可能なことを特徴とするマグネトロンスパッタリング装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電界とそれに直交する磁界により高密度のプラズマを発生させ、ターゲットを叩いて高い被着速度を得るマグネトロンスパッタリング装置に関する。

(従来の技術)

従来のマグネトロンスパッタリング装置は、第2図に示すよう

に真空容器1の中に直流電源2に接続された陰極3と接地された陽極4が対向配置され、陰極3には被着材料からなるターゲット5、陽極4には成膜基板6が取り付けられる。この装置の真空容器1を排気口7より排気し、ガス導入口8からArガスを導入し、さらに両極3、4間に電圧を印加して放電を起こす。放電によって電離した電子をターゲットから出てターゲットに入る磁界によって閉じこめ、高密度のプラズマを発生させ、Ar<sup>+</sup>9をターゲット5に衝突させて、ターゲットから叩き出された粒子を基板6上に堆積させる。

(発明が解決しようとする問題点)

ターゲットから出てターゲットへ入る磁界を形成するには、陰極の背面に配置されたマグネットが用いられる。そのマグネットは、一方の極が中央で他方の極はそれを囲む円環状であるため、プラズマは両極の間の上の環状領域に発生し、従って第3図に示すようにターゲット5のエロージョン領域51は環状であり、中央部が残るため、ターゲットの利用効率は30~50%程度に留まり、ター

ゲットの交換による頻繁なメンテナンスがスパッタリング装置の稼働率を低下させる点で大きな問題となっている。また、このように基板6に対向するターゲット5のエロージョン領域が一部分に限定されるため、ターゲットから飛来する粒子が基板に垂直に当たることが少なくなる。最近半導体素子の微細化により、第4図に示すように半導体基板上の絶縁膜41に形成されるコンタクトホール42のアスペクト比 $T_1/T_2$ が1以上になると、スパッタ粒子の入射方向43の基板面に立てた垂線44となす入射角 $\theta$ が0であることがコンタクトホール42の底部被覆のために望ましく、この面でも問題となっている。

本発明の目的は、上記の問題を解決し、スパッタターゲットのエロージョン領域を拡大してターゲット利用効率を上げ、ターゲット交換による利用効率の低下を防ぎ、かつ高アスペクト比の素子においてコンタクトホール部の底部の被覆性を向上させることのできるマグネトロンスパッタリング装置を提供することにある。

に取り付けられるマグネットをターゲット側から見た透視平面図で、周りに同一寸法のターゲット5および陰極3の輪郭を示す。マグネット10は環状で、中央にN極11、外周にS極12が陰極面に垂直にターゲットに向けて突出している。このマグネットにより、ターゲット5の面上の点線の斜線で示した領域13に放射状に磁力線が生ずる。ターゲット表面のこの領域に電子が閉じ込められてターゲットのスパッタが行われる。従って、マグネット10をターゲット5の中心軸50の周りに矢印14のように回転させた場合、スパッタはターゲットの中心を含むほぼ全面で行われ、第5図に示すようなエロージョン領域51が生じ、ターゲット5の利用効率は70%程度まで上がった。このマグネトロンスパッタリング装置を用い、第6図に示す絶縁膜41の深さ $T_1 = 1.2 \mu\text{m}$ 、幅 $T_2 = 1.0 \mu\text{m}$ のアスペクト比1.2のコンタクトホール42にM43を堆積させたところ、絶縁膜上面でのMの膜厚 $d_1 = 0.5 \mu\text{m}$ に対しコンタクトホール底部の膜厚 $d_2 = 0.4 \mu\text{m}$ で膜厚比0.8であり、また側面の膜厚 $d_3$

(問題点を解決するための手段)

上記の目的を達成するために、本発明は、真空容器内に陰極に対向して配置される陰極の陰極側にターゲットが取り付けられ、陰極の反ターゲット側に環状のマグネットを備え、そのマグネットの一方の極がターゲットの中心と外周の中間の背面に位置し、その極を取囲む他方の極は少なくともターゲットの中心の背面まで延びており、かつマグネットがターゲットの中心軸線の周りに回転可能であるものとする。

(作用)

環状のマグネットが陰極の反ターゲット側でターゲットの中心軸線の周りに回転することにより、そのマグネットによってターゲットから出てターゲットに入る磁力線は、ターゲットの中心の周りのマグネットの外側の端部の裏側に至る領域全体を覆い、その範囲のターゲット面がスパッタされる。従って、ターゲットの利用効率が高くなる。

(実施例)

第1図は本発明の一実施例において陰極の背面

$\approx 0.15 \mu\text{m}$ でカバレッジ30%の数字が得られた。

(発明の効果)

本発明によれば、マグネトロンスパッタリング装置のターゲットの背面に設置する環状マグネットを固定しないで、その中央の極がターゲットの中心と外周部の中間の背面でターゲットの中心軸の周りを回るように移動させることにより、磁力線領域はターゲット表面でターゲット中心の周りの広い範囲に全面に生ずるため、ターゲットの利用効率が上がってターゲット交換によるスパッタリング装置稼働率の低下を防ぐと共に、ターゲットから飛び出して成膜基板面に垂直に当たる粒子が増加することにより、高アスペクト比のコンタクトホールの底部の被覆性も向上させることができた。

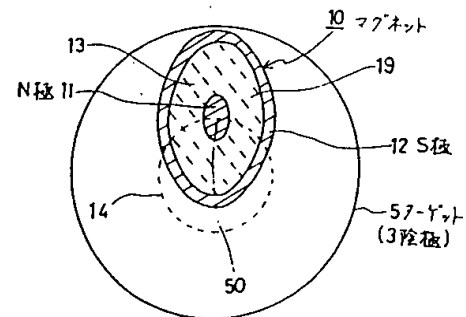
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例におけるマグネット部の透視平面図、第2図はマグネトロンスパッタリング装置の断面図、第3図は従来の装置に用いたターゲットの断面図、第4図はコンタクトホー

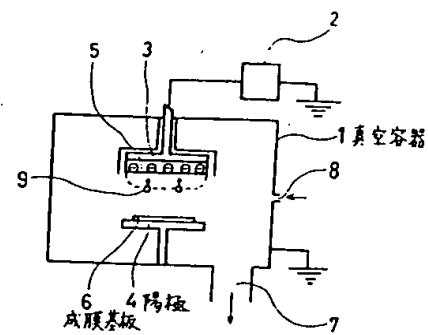
ル部の断面図、第5図は本発明の一実施例の装置に用いたターゲットの断面図、第6図は本発明の一実施例の装置を用いてM膜を形成したコンタクトホール部の断面図である。

1:真空容器、3:陰極、4:陽極、5:ターゲット、6:成膜基板、10:マグネット、11:N極、12:S極。

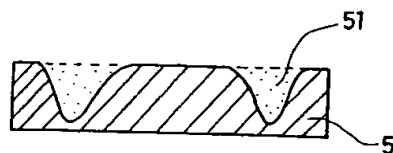
代理人 山 口 良



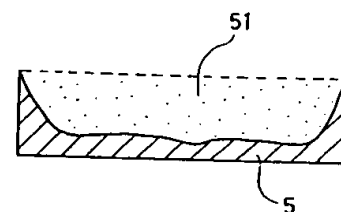
第1図



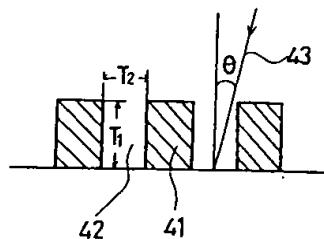
第2図



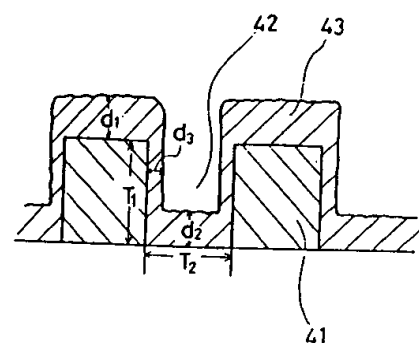
第3図



第5図



第4図



第6図